

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-270606

(P2002-270606A)

(43)公開日 平成14年9月20日 (2002.9.20)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テマコート(参考)

H 01 L 21/318  
21/28  
21/768  
21/8234  
27/088

H 01 L 21/318  
21/28  
21/90  
27/08  
29/78

B 4 M 1 0 4  
L 5 F 0 3 3  
C 5 F 0 4 8  
1 0 2 D 5 F 0 5 8  
3 0 1 G 5 F 1 4 0

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 4 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号

特願2001-62837(P2001-62837)

(71)出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(22)出願日 平成13年3月7日 (2001.3.7)

(72)発明者 長谷川 利昭

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ

ー株式会社内

(74)代理人 100086298

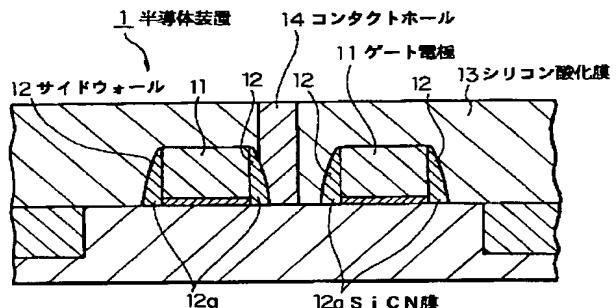
弁理士 船橋 國則

(54)【発明の名称】 半導体装置の製造方法および半導体装置

(57)【要約】

【課題】 シリコン酸化膜に対するエッチング選択比の高い絶縁膜を用いた半導体装置の製造方法および半導体装置を提供すること。

【解決手段】 本発明は、シリコン炭化窒化膜 (SiCN膜12a) を用いる半導体装置の製造方法において、SiCN膜12aを、少なくともSi<sub>(CH<sub>3</sub>)<sub>n</sub>H</sub> (4-n) を含む反応ガスによって化学気相成長させる方法である。また、本発明は、絶縁膜としてSiCN膜12aを用いる半導体装置1である。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】シリコン炭化窒化膜を用いる半導体装置の製造方法において、

前記シリコン炭化窒化膜を、少なくともSi<sub>n</sub>(CH<sub>3</sub>)<sub>n</sub>H<sub>(4-n)</sub>を含む反応ガスによって化学気相成長させることを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項2】前記反応ガスは、Si<sub>n</sub>(CH<sub>3</sub>)<sub>n</sub>H<sub>(4-n)</sub>、SiH<sub>2</sub>C<sub>12</sub>、アンモニアガスを含むことを特徴とする請求項1記載の半導体装置の製造方法。

【請求項3】前記シリコン炭化窒化膜をMOSトランジスタにおけるゲート電極のサイドウォールに用いることを特徴とする請求項1記載の半導体装置の製造方法。

【請求項4】絶縁膜としてシリコン炭化窒化膜を用いることを特徴とする半導体装置。

【請求項5】MOSトランジスタを含む半導体装置において、前記MOSトランジスタのゲート電極のサイドウォールにシリコン炭化窒化膜が用いられていることを特徴とする半導体装置。

【請求項6】複数のMOSトランジスタを備える半導体装置において、

各MOSトランジスタにおけるゲート電極の各々隣り合う側のサイドウォールにシリコン炭化窒化膜が用いられていることを特徴とする半導体装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、シリコン炭化窒化膜を用いる半導体装置の製造方法および半導体装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、半導体装置の微細化に伴い、シリコン酸化膜とのエッチング選択比が大きい膜が必要になってきている。特に、セルフアラインコンタクトという、微細化に伴って導入された技術において必要であり、従来は、シリコン酸化膜と選択比を有し、LSI製造プロセスと整合性のよい、シリコン窒化膜が使用されている。

【0003】ここで、セルフアラインコンタクトとは、例えば、ゲート電極とコンタクトプラグの絶縁性を確保するために、ゲート電極の左右にシリコン窒化膜を形成するという技術である。シリコン窒化膜は、コンタクトホールをシリコン酸化膜中に形成する際にエッチングされにくく、コンタクトプラグホールがゲート電極に近接するのを避けるため、絶縁性を確保することができる。

【0004】また、有機系シラン化合物を用いて、Si<sub>n</sub>N膜を成膜する技術は、特開2000-77403号公報で開示されており、酸素含有ケイ素化合物としてビス(tert-ブチルアミノ)シランを用いている。

【0005】しかし、tert-ブチルアミノ配位子は良好な離脱基として挙動してイソブチレンを生成し、熱分解中にたやすく除かれる。これは、一部は、N-H結

10

20

30

40

50

2

合を有する化合物のためであると考えられる。この追加の利点は、成長した膜を汚染することなく全ての炭素をきれいに除去するのを助ける点である。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、次世代の微細化に対応するには、セルフアラインに使用する膜を極力薄くする必要がある。従来使用されているシリコン窒化膜は、シリコン酸化膜に対して、エッチング選択比が7~8程度で、次世代の微細化に対しては不十分である。そこで、選択比が従来のシリコン窒化膜よりも高く、かつ、従来プロセスとの親和性の高い薄膜が求められている。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】本発明は、このような課題を解決するために成されたものである。すなわち、本発明は、シリコン炭化窒化膜を用いる半導体装置の製造方法において、シリコン炭化窒化膜を、少なくともSi<sub>n</sub>(CH<sub>3</sub>)<sub>n</sub>H<sub>(4-n)</sub>を含む反応ガスによって化学気相成長させる方法である。また、本発明は、絶縁膜としてシリコン炭化窒化膜を用いる半導体装置である。

【0008】このような本発明では、例えば半導体装置の絶縁膜としてシリコン炭化窒化膜を用いているため、従来プロセスとの親和性を損なうことなく、シリコン窒化膜よりエッチングの選択比を高くできるようになる。これにより、例えばMOSトランジスタのゲート電極のサイドウォールとしてシリコン炭化窒化膜を用いれば、サイドウォールに隣接して設けるコンタクトホールの形成で、サイドウォールのエッチングを防止でき、良好なセルフアラインコンタクトを形成できるようになる。

## 【0009】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図に基づいて説明する。図1は、本実施形態を説明する模式図である。本実施形態で適用される半導体装置1では、層間絶縁膜であるシリコン酸化膜13とのエッチング選択比が高く、従来のSi<sub>n</sub>N膜(シリコン窒化膜)に近い絶縁性を有するSi<sub>n</sub>C<sub>n</sub>膜(シリコン炭化窒化膜)12aを用いる点に特徴がある。

【0010】シリコン酸化膜13とのエッチング選択比を高めるには、シリコン酸化膜13のエッチングの際に、堆積作用のある炭素原子を混合させるのが有効である。そこで、本実施形態では、シリコン窒化膜中に炭素原子を含む膜、すなわちSi<sub>n</sub>C<sub>n</sub>膜12aを形成する。

【0011】シリコン窒化膜中に炭素原子を含有させる方法としては、CVD法(化学気相成長法)を用いる。すなわち、原料ガスとして、Si-C結合を有するシラン系ガスを用い、窒化反応ガスとして、アンモニアを用いる。CVDとしては、Si-C結合を維持するため、LP(低圧)-CVD法が望ましい。また、プラズマCVD法を用いてもよい。

【0012】Si-Cの結合は、シリコン窒化膜の成膜

3

温度である、600 $^{\circ}\text{C}$ ～800 $^{\circ}\text{C}$ （プラズマCVDの場合300 $^{\circ}\text{C}$ ～500 $^{\circ}\text{C}$ ）の範囲では乖離することなく、膜中に存在させることは容易である。C濃度のコントロールは、例えば、ジクロルシランとモノメチルシランとの混合比を調節して行う。

【0013】カーボンドーピングに該当するモノメチルシランは、ジクロルシランよりも、窒化剤であるアンモニアとの反応性が高いため、3～5%のカーボンドーピングには、モノメチルシランを1～2%でよい。

【0014】具体的な適用例として、SiCN膜12aは、例えば、MOSトランジスタのゲート電極11のサイドウォール12に用いる。このサイドウォール12は、ソース／ドレインヘコンタクトホール14を開口する際に、エッチングされない役目を果たす。その他、ゲート電極11の形成、素子分離形成、層間膜（シリコン酸化膜、BPSG、PSGなど）形成等に関しては、公知の方法で構わない。

【0015】次に、本実施形態の半導体装置の製造方法の主要部である成膜方法を説明する。成膜装置は、市販の縦型減圧CVD装置を用いる。成膜条件としては、成膜温度650℃～750℃、圧力0.1 Torr～0.8 Torrとし、成膜原料ガスとして、ジクロルシラン、アンモニア、モノメチルシラン、キャリアガスとして窒素を用いる。プラズマCVDの場合は、原料ガスとしてシラン、アンモニア、モノメチルシラン、キャリアガスとして窒素を用い、成膜温度300℃～500℃、プラズマパワー150W～500W、圧力1Torr～10Torrとする。

【0016】ガス流量はそれぞれ、20 sccm、300 sccm、1~10 sccm、キャリアガスの窒素の流量は500 sccmとした。モノメチルシランの流量は、必要な炭素濃度によって異なるが、おおむね1 sccmで0.5%程度、10 sccmで5%程度のSiC N膜12aが得られる。

【0017】流量比と炭素濃度との関係は、おおよそリニア関係ある。なお、このときの成膜レートは、1～5 mm/m<sup>2</sup> minである。また、成膜温度は、成膜レートが極端に遅くなるので、500℃以上、プラズマCVDの場合は300℃以上(Si-H基が多くなるため)が好ましい。

【0018】また、炭素導入ガスとして、モノメチルシランの代わりに、ジメチルシラン、トリメチルシランを用いることができる。ジメチルシラン、トリメチルシランは、メチル基がそれぞれ、2倍、3倍含まれているため、窒素導入量を増やすことができる。

### 【0019】ジメチルシラン、トリメチルシランを用い

4

る場合の成膜温度等、他の条件は、前記の例とほぼ同様である。ただし、シラン原子に複数のメチル基がついているため、炭素の分布が偏る。このため、高濃度の炭素濃度が必要でない場合は、モノメチルシランを用いることが望ましい。

【0020】また、ジクロルシランとの分解温度を抑え、カバレージ（段差被覆性）特性を重視するプロセスの場合には、モノメチルシランの代わりに、モノメチルモノクロルシランを用いるのが好ましい。この場合の成膜条件は、前述のものとほぼ同一である。なお、カバレージ特性が必要でない場合は、モノメチルシランを用いるのが望ましい。

【0021】逆に、同じカバレージ特性を重視する目的で、効果は、ジクロルシラン系よりは小さいが、ジクロルシランの代わりに、モノシランを用いる方法もある。すなわち、モノシラン、アンモニア、モノメチルシラン、キャリアガスとして、窒素ガスを用いる。この際、成膜温度は、600 $^{\circ}\text{C}$ ～700 $^{\circ}\text{C}$ となる。他の成膜条件は、前記条件と同一である。この成膜方法は、プロセスの低温化に寄与することが可能となる。

【0022】また、図2に示す他の例のように、MOSトランジスタのゲート電極11のサイドウォール12をシリコン酸化膜12bとSiCN膜12aとの2重構造としてもよい。この場合、サイドウォール12の表面側をSiCN膜12aにする。このような構造であっても、セルフアラインコンタクト（コンタクトホール14）の形成時にサイドウォール12のエッチングを防止でき、良好なセルフアラインコンタクトを形成できるようになる。

【0 0 2 3】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば次のような効果がある。すなわち、コンタクトホールのエッチング工程において、層間絶縁膜に用いるシリコン酸化膜とのエッチング選択比が、従来のシリコン窒化膜より大きく、良好なセルフアラインコンタクト構造を形成することが可能となる。これにより、素子間ピッチが狭くなっても良好なコンタクトホールを形成でき、半導体装置の微細化における信頼性を向上できるようになる。

### 【図面の簡単な説明】

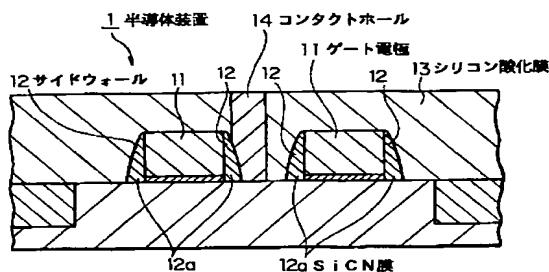
【図1】本実施形態を説明する模式図である。

【図2】他の例を説明する模式図である。

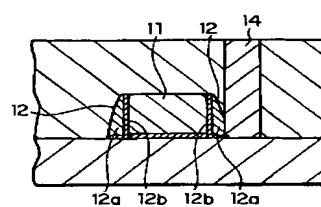
### 【符号の説明】

1 …半導体装置、1 1 …ゲート電極、1 2 …サイドウォール、1 2 a …SiCN膜、1 3 …シリコン酸化膜、1 4 …コンタクトホール

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7  
H 01 L 29/78

識別記号

F I

テマコード (参考)

F ターム (参考) 4M104 DD04 DD16 DD19 EE09 EE14  
GG09 GG14 HH13  
5F033 QQ09 QQ35 QQ37 RR01 RR04  
RR14 RR15 SS13 SS15 TT08  
XX02  
5F048 BF15 DA24  
5F058 BA20 BC08 BC10 BF04 BF07  
BF23 BF24 BF30 BF31 BF37  
BF39 BF55 BH10 BJ07  
5F140 AA39 BG08 BG09 BG11 BG12  
BG52 BG58 BK27 CC03 CC05  
CC07